

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 9 月 2 日 (02.09.2004)

PCT

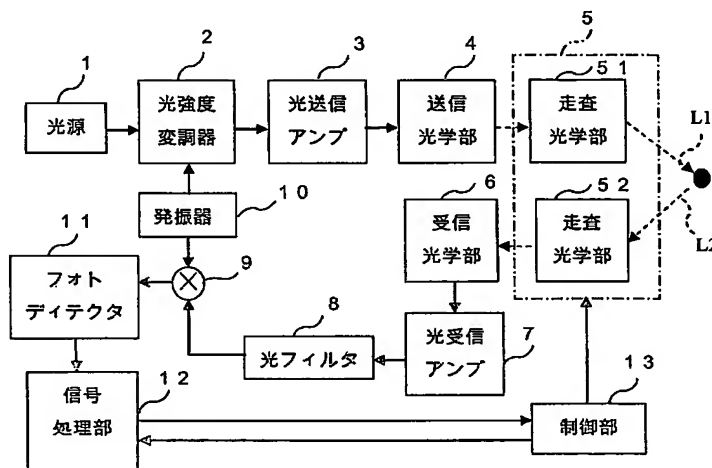
(10) 国際公開番号  
WO 2004/074867 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01S 17/95, G01W 1/00 (72) 発明者; および  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/001802 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 亀山 俊平 (KAMEYAMA, Shumpei) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 平野 嘉仁 (HIRANO, Yoshihito) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).  
(22) 国際出願日: 2003 年 2 月 19 日 (19.02.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). (74) 代理人: 曾我 道照, 外 (SOGA, Michiteru et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8 階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (国内): JP, US.

[続葉有]

(54) Title: LASER RADAR

(54) 発明の名称: レーザレーダ装置



- 1...LIGHT SOURCE  
2...OPTICAL INTENSITY MODULATOR  
3...OPTICAL TRANSMISSION AMPLIFIER  
4...TRANSMISSION OPTICAL SECTION  
51...SCANNING OPTICAL SECTION  
52...SCANNING OPTICAL SECTION  
6...RECEIVING OPTICAL SECTION  
7...OPTICAL RECEIVING AMPLIFIER  
8...OPTICAL FILTER  
10...OSCILLATOR  
11...PHOTODETECTOR  
12...SIGNAL PROCESSING SECTION  
13...CONTROL SECTION

(57) Abstract: A laser radar for detecting the Doppler frequency concerning modulation frequency by performing intensity modulation of an optical signal with a modulation frequency of microwave band in which a high receiving sensitivity is realized. The laser radar comprises an optical transmitting section for transmitting the optical signal from a light source (1) as a transmission beam L1 into the atmosphere, means for receiving a reception beam L2 as a reception light from the atmosphere, an oscillator (10) outputting a modulation signal having at least one modulation frequency as a carrier frequency, and a signal processing section (12) for detecting the properties in the atmosphere based on the reception light. The optical transmitting section comprises a modulator (2) for modulating the intensity of an optical signal from the light source (1) with the modulation signal. The receiving means comprises an optical frequency converting means (9) for converting the frequency of the intensity modulated component of the reception light into a baseband frequency, and an optical detection means (11) for detecting an output signal from the optical frequency converting means (9) directly and converting it into an electric signal being inputted to the signal processing section (12).

(57) 要約: マイクロ波帯の周波数からなる変調周波数により光信号を強度変調し、変調周波数に関するドップラ周波数を検出するレーザレーダ装置において、高い受信感度を実現する。光源 1 からの光信号を送信ビーム L1 として大気中に送信する光送信部と、大気中からの受信ビーム

[続葉有]



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

L 2 を受信光として受信する受信手段と、少なくとも 1 つの変調周波数をキャリア周波数とする変調信号を出力する発振器 10 と、受信光に基づいて大気中の性状を検出する信号処理部 12 とを備え、光送信部は、光源 1 からの光信号を変調信号により強度変調する光強度変調器 2 を含み、受信手段は、受信光の強度変調成分の周波数をベースバンド周波数に変換する光周波数変換手段 9 と、光周波数変換手段 9 からの出力信号を直接検波して電気信号に変換して信号処理部 12 に入力する光検出手段 11 とを含む。

## 明 細 書

### レーザレーダ装置

#### 技術分野

この発明は、レーザ光を送受して散乱体の性状を測定するレーザレーダ装置に関するものである。

#### 背景技術

従来より、この種のレーザレーダ装置においては、レーザ光を送信ビームとして大気中に出射し、ビーム焦点における散乱体の移動速度によってドップラ周波数シフトを受けた受信ビームを受信している。そして、受信ビームに基づく受信光とローカル光とのヘテロダイン検波を行うことによりドップラ信号を検出し、ドップラ周波数を求めることによって散乱体の移動速度を求めるようになっている。

上記従来装置においては、光のキャリア周波数に関するドップラシフト周波数を検出する方式が用いられているが、この方式によれば、ドップラ信号のコヒーレンシが低く、ドップラシフトした光キャリアの位相が連続している時間（コヒーレント時間）が短いことが知られている。

たとえば、受信ビームが大気中のエアロゾルからの散乱光である場合、ドップラ信号のコヒーレント時間は、数 $\mu$  s e cのオーダーであることが知られている。したがって、ドップラ信号を長時間にわたって積分してS/N比を改善しようとしても、コヒーレント積分によるS/N比の改善を行うことはできない。

また、S/N比を改善するためには、ドップラ信号をインコヒーレントに積分しなければならない、結局、S/N比の改善効率を向上させることはできない。

上記従来装置においては、ドップラ信号のコヒーレント時間が短くなる原因の1つとして、光のキャリア周波数が高いことが挙げられる。

この場合、コヒーレント時間の長いドップラ信号を得るには、光信号よりも低い周波数（たとえば、マイクロ波帯の周波数）からなる変調周波数により光信号を強度変調し、この変調周波数に関するドップラ周波数を検出することが考えら

れる。

このように、光信号をマイクロ波帯の変調周波数により強度変調する方式を用いた従来装置としては、たとえば特許文献1（特開昭51-29032号公報）、特許文献2（特開昭59-150299号公報）、および特許文献3（特開平2-25786号公報）に示されているものが知られている。

上記特許文献1～3に示されている従来技術においては、散乱体により散乱された受信ビームを電気信号に変換する方式として、フォトディテクタにより直接検波する方式が適用されている。

このような直接検波方式は、従来から多くのレーザレーダ装置で用いられているヘテロダイン検波方式と比べて、受信感度が受信ビームの偏波に依存することがなく、安定な受信感度が得られるというメリットがある反面で、受信感度が低いことが知られている。

特に、検出対象となる散乱体が大気中のエアロゾルであって、エアロゾルから散乱された微弱な受信ビームを受信してエアロゾルの移動速度（風速）を検出するような場合には、所望の受信感度を得ることが困難であった。

#### 発明の開示

この発明は、上記のような問題点に鑑みてなされたもので、マイクロ波帯の周波数からなる変調周波数により光信号を強度変調し、変調周波数に関するドップラ周波数を検出するレーザレーダ装置において、受信ビームの偏波に依存することがなく、且つ、受信感度を十分に向上させることのできるレーザレーダ装置を提供するものである。

#### 図面の簡単な説明

図1はこの発明の実施の形態1を示すブロック構成図である。

図2はこの発明の実施の形態1による動作を説明するための波形図であり、変調前の光信号を示している。

図3はこの発明の実施の形態1による動作を説明するための波形図であり、変調後の光信号を示している。

### 発明を実施するための最良の形態

#### 実施の形態 1.

以下、図 1 を参照しながら、この発明の実施の形態 1 について詳細に説明する。図 1 はこの発明の実施の形態 1 を示すブロック構成図である。

図 1 において、レーザレーダ装置は、光送信系として、光源 1 と、光源 1 から出射される光の強度を変調する光強度変調器 2 と、変調後の光を送信レベルに増幅する光送信アンプ 3 と、増幅後の光を送信ビームにする送信光学部 4 と、走査光学部 5 を備えている。

走査光学部 5 は、送信用の走査光学部 5 1 と、受信用の走査光学部 5 2 とを並列に備えている。

送信用の走査光学部 5 1 は送信ビーム L 1 を出射し、受信用の走査光学部 5 2 は、送信ビーム L 1 が照射された焦点からの散乱ビームを受信ビーム L 2 として受信する。

レーザレーダ装置の光受信系は、走査光学部 5 2 を介して受信ビーム L 2 を受信する受信光学部 6 と、受信信号を増幅する光受信アンプ 7 と、所望の受信周波数を選択する光フィルタ 8 と、受信周波数を所定の発振周波数と混合処理する光ミキサ 9 とを備えている。

送信系内の光強度変調器 2 および受信系内の光ミキサ 9 には、発振器 10 からの発振周波数が入力されている。

レーザレーダ装置の検出処理系は、光ミキサ 9 からの出力信号を検出するためのフォトダイオードを含むフォトディテクタ 10 と、フォトディテクタ 11 からの検出信号を処理する信号処理部 12 と、信号処理部 12 を介した検出信号を最終処理する制御部とを備えている。

制御部 13 は、信号処理部 12 を制御して検出信号を取り込むとともに、検出信号に応じて走査光学部 5 1 および 5 2 をフィードバック制御する。

図 1 において、光源 1 は光強度変調器 2 に接続され、光強度変調器 2 は光送信アンプ 3 および発振器 10 に接続され、光送信アンプ 3 は送信光学部 4 に接続されている。

受信光学部 6 は光受信アンプ 7 に接続され、光受信アンプ 7 は光フィルタ 8 に接続され、光フィルタ 8 は光ミキサ 9 に接続されている。

光ミキサ 9 は、フォトディテクタ 11 および発振器 10 に接続され、フォトディテクタ 11 は信号処理部 12 に接続されている。また、制御部 13 は、信号処理部 12、走査光学部 51 および 52 に接続されている。

なお、図 1 には具体的に示されていないが、光源 1 と光強度変調器 2 との間、光強度変調器 2 と光送信アンプ 3 との間、光送信アンプ 3 と送信光学部 4 との間は、それぞれ、光ファイバケーブルにより接続されている。

同様に、受信光学部 6 と光受信アンプ 7 との間、光受信アンプ 7 と光フィルタ 8 との間、光フィルタ 8 と光ミキサ 9 との間、光ミキサ 9 とフォトディテクタ 11 との間は、それぞれ、光ファイバケーブルにより接続されている。

このように、送信系および受信系の光伝搬において、光ファイバケーブルを使用することにより、光信号を空間的に伝搬させる場合と比べて、レーザレーダ装置内における各要素の配置自由度を向上させることができる。

一方、上記以外の他の要素間は、電線ケーブルにより接続されているものとする。

また、発振信号を出力する発振器 10 は、少なくとも 1 つの変調周波数（後述する）をキャリア周波数として出力する。この場合、発振信号は、たとえば連続波であり、この発振信号が変調信号として用いられる。

ここで、発振器 10 から出力される変調信号のキャリア周波数は、電磁波ドップラレーダで通常使用されているマイクロ波帯の周波数（たとえば、2 GHz）とする。このキャリア周波数は、光源 1 から送信される光信号の周波数（たとえば、200 テラ Hz）と比べて、遥かに低い値である。

光強度変調器 2 は、発振器 10 からの変調信号に基づいて、光源 1 からの光信号に強度変調を付加するようになっている。

送信光学部 4 および受信光学部 6 は、それぞれの走査光学部 51 および 52 により、大気中の同じ位置に焦点を有する構成となっている。

次に、図 2 および図 3 の波形図を参照しながら、図 1 に示したこの発明の実施の形態 1 による動作について説明する。

なお、以下の説明において、図1に示すレーザレーダ装置は、散乱体を大気中のエアロゾルとし、風速検出（つまり、エアロゾルの移動速度検出）を目的として風速のドップラ周波数を求めるものとして説明する。ただし、この発明は、散乱体の移動速度を求める他の用途、たとえば、自動車の走行速度測定装置などにも適用できる。

また、「受信光」という用語は、ターゲット（焦点）により散乱された受信ビームL2に基づく光信号であり、ヘテロダイン検波または直接検波される前の光信号のことを意味する。また、「ドップラ信号」という用語は、キャリア周波数が散乱体の移動速度に関するドップラ周波数となる信号のことを意味する。

まず、光源1から連続波の光信号が送信されると、光強度変調器2は、この光信号を強度変調する。

図2および図3は、光強度変調器2による強度変調前と強度変調後との光信号波形をそれぞれ示している。

光強度変調器2により強度変調されるときの変調周波数 $f_m$ は、発振器10からの変調信号のキャリア周波数である。

光強度変調器2により強度変調された光信号は、光送信アンプ3により増幅され、光送信アンプ3により増幅された光信号は、送信光学部4および走査光学部51を介して、大気中に送信ビームL1として出射される。

大気中に出射された送信ビームL1は、エアロゾルにより散乱された後に、受信ビームL2として受信される。

このとき、受信ビームL2は、焦点における散乱体の移動速度、つまり、風速の影響により、ドップラ周波数シフトを受けている。

また、光のキャリア周波数からなる光信号に対して、マイクロ波帯の変調周波数 $f_m$ による強度変調を与えているので、以下のように、2種類のドップラ周波数シフトが存在する。

すなわち、第1のドップラ周波数シフトは、光のキャリア周波数に関するものであり、第2のドップラ周波数シフトは、変調周波数 $f_m$ に関するものである。

ここで、光のキャリア周波数に関するドップラ周波数シフト $f_{sc}$ は、光のキャリア周波数 $f_c$ 、光の伝搬速度 $c$ 、散乱体の移動速度 $v$ を用いて、以下の式（

1) のように表される。

$$f_{sc} = (2v \times f_c) / c \quad \dots (1)$$

また、変調周波数  $f_m$  (変調信号のキャリア周波数) に関するドップラ周波数シフト  $f_{sm}$  は、以下の式 (2) のように表される。

$$f_{sm} = (2v \times f_m) / c \quad \dots (2)$$

また、送信光学部 4 および受信光学部 6 に関連する各ビーム L1、L2 の焦点は、前述した通り同一位置に設定されているので、受信ビーム L2 においては、焦点の近傍から散乱された成分が支配的である。

ドップラ周波数シフト  $f_{sm}$  を受けた受信ビーム L2 は、受信光学部 6 を介して受信光として光受信アンプ 7 に送られ、まず増幅される。

次に、光フィルタ 8 により不要な周波数成分が除去された後、光ミクサ 9 に送られる。

光ミクサ 9 は、発振器 10 からの発振信号と光フィルタ 8 からの受信ビームとをミキシングする。すなわち、光ミクサ 9 は、発振器 10 からの発振信号 (送信光強度の変調周波数  $f_m$ ) を用いて、受信光の光強度を変調する。

このとき、光ミクサ 9 を通過した後の受信光の光強度  $I_{mix}$  は、受信光強度  $I_{in}$  と、光ミクサ 9 での変調振幅  $A$  とを用いて、以下の式 (3) のように表される。

$$\begin{aligned} I_{mix} &= \{(I_{in} \cdot \cos(2\pi(f_m + f_{sc})))\} \cdot A \cos(2\pi f_m) \\ &= A \cdot I_{in} / 2 \{ \cos(2\pi(2f_m + f_{sc})) + \cos(2\pi f_{sc}) \} \\ &\quad \dots (3) \end{aligned}$$

式 (3) において、簡略化のために、たとえば位相項について考慮していないが、変調振幅  $A$  のみならず、必要に応じて、位相または偏光などを変調することもできる。

このように、光ミクサ 9 によるミキシングにより、光ミクサ 9 を通過した後の光強度  $I_{mix}$  には、発振器 10 からの発振信号の周波数と、受信光の強度変調成分の周波数との差および和の周波数成分が生じる。特に、差の成分は、変調周波数  $f_m$  に関するドップラ周波数となる。

このとき、変調周波数  $f_m$  に関するドップラ周波数は、式 (2) から明らかな



ように、変調周波数  $f_m$  の  $2v/c$  倍である。

ここで、光の伝搬速度  $c$  は、言うまでもなく、散乱体の移動速度  $v$  と比べて遥かに大きい値なので、変調周波数  $f_m$  に関するドップラ周波数シフト  $f_{sc}$  は、変調周波数  $f_m$  と比べて遥かに低いベースバンド周波数となる。

なお、「ベースバンド周波数」という用語は、変調周波数  $f_m$  と比べて十分に低い周波数という意味である。

たとえば、式 (3) の右辺括弧内の第 1 項における周波数 ( $2f_m + f_{sc}$ ) は、ベースバンド周波数の帯域外であり、式 (3) の右辺括弧内の第 2 項における周波数  $f_{sc}$  はベースバンド周波数である。

式 (3) から明らかなように、光ミキサ 9 としては、変調周波数  $f_m$  で通過光の強度を変調する動作原理を有していれば、どのような方式の変調器であっても適用可能である。

このような変調器としては、たとえば、入射光を 2 分岐した後に、変調周波数  $f_m$  で位相変調し、その後、分岐された 2 光路の光路長差を、電気光学結晶の電気光学効果（または、半導体のフランツ・ケルディッシュ効果、プラズマ効果など）を用いて合波させ、干渉により通過光強度を変調するマッハ・ツェンダー型変調器が挙げられる。

または、通過光波長近傍にバンドギャップを有する半導体を用い、フランツ・ケルディッシュ効果などで入力した変調周波数  $f_m$  によりバンドギャップの大きさを変化させて、光の透過時の吸収量を変調する電界吸収型変調器などが挙げられる。

逆に、光増幅器の増幅利得を変調周波数  $f_m$  で変化させる方式を用いれば、式 (3) 内の変調振幅  $A$  が「1」よりも大きくなり、受信光の増幅も同時に行うことができる。

また、通過光の偏光方向を、電気光学結晶の電気光学効果などを用いて、変調周波数  $f_m$  で偏光変調した後に、偏光子を通過させ強度変調に変換する方式が適用可能である。

さらに、電気光学結晶の電気光学効果、半導体のフランツ・ケルディッシュ効果、プラズマ効果などを用い、変調周波数  $f_m$  で通過光を位相変調（周波数変調

) した後に、光周波数弁別フィルタを通過させることにより、強度変調に変換する方式なども適用することができる。

光ミキサ9からの出力信号は、フォトディテクタ11に送られ、直接検波により電気信号に変換される。

このとき、フォトディテクタ11の出力側におけるフロントエンド回路の周波数帯域をベースバンド周波数帯に設定しておけば、フォトディテクタ11による直接検波により、光ミキサ9から出力される光信号のキャリア周波数が除去されるので、ドップラ周波数シフト  $f_{sc}$  からなる強度変調成分のみが抽出される。

したがって、フォトディテクタ11からの電気信号の周波数は、変調周波数  $f_m$  に関するドップラ周波数シフト  $f_{sc}$  となる。このドップラ周波数シフト  $f_{sc}$  は、送信光学部4および受信光学部6の焦点近傍における受信方向の風速成分に対応している。

前述したように、「ドップラ信号」という用語は、周波数が散乱体の移動速度に関するドップラ周波数となる信号を意味するので、以下では、フォトディテクタ11からの電気信号をドップラ信号として説明する。

一般的に、ドップラ信号のコヒーレント時間は、送信信号の周波数に逆比例するので、光強度変調器2での変調周波数  $f_m$  に関するドップラ信号のコヒーレント時間は、光信号のキャリア周波数に関するドップラ信号のコヒーレント時間と比べて、はるかに長い時間となる。

たとえば、周波数200テラヘルツ（波長1.5  $\mu\text{m}$ ）の光信号に、2ギガヘルツの変調周波数  $f_m$  で強度変調を与えた場合、変調周波数  $f_m$  に関するドップラ信号のコヒーレント時間は、光信号のキャリア周波数に関するドップラ信号のコヒーレント時間と比べて10万（ $10^5$ ）倍程度長い時間となる。

なお、変調信号のキャリア周波数（変調周波数） $f_m$  は、必要なコヒーレント時間  $\tau_r$  と、定数  $k$  を用いて、以下の式のように決定されればよい。

$$f_m = k / \tau_r$$

また、定数  $k$  の具体的な値としては、周波数200テラHzの場合において、ドップラ信号のコヒーレント時間は1  $\mu\text{sec}$  程度であることを考慮して、以下の式のように設定すればよい。

$$k = 2 \times 10^6$$

次に、信号処理部 12 において、ドップラ信号が信号処理され、風速が検出される。

このとき、受信光の強度変調成分の検出方式として、フォトディテクタ 11 による直接検波を用いてドップラ信号を検出しているので、各要素を接続している光ファイバ内を伝搬する光信号に偏波変動が生じて、受信感度に影響を与えることがなく、安定した受信感度で測定することができる。

なお、フォトディテクタ 11 による直接検波において、フォトディテクタ 11 から出力可能な周波数帯域は、フォトディテクタ 11 のフロントエンド回路中におけるトランスインピーダンスゲインと、フォトディテクタ 11 に含まれるフォトダイオードが持つ容量値とにより決定し、トランスインピーダンスゲインを大きく設定すると、出力可能な周波数帯域が低周波領域に制限される。

しかし、フォトディテクタ 11 の出力信号における雑音電流  $i$  は、ボルツマン定数  $k$ 、フロントエンド回路の雑音指数  $F$ 、出力信号の周波数帯域  $B$ 、トランスインピーダンスゲイン  $R$  を用いて、以下の式 (4) で表される。

$$i = (4 k T F B / R)^{1/2} \quad \dots (4)$$

式 (4) から明らかなように、雑音電流  $i$  は、熱雑音が支配的となるため、雑音電流  $i$  を小さくするためには、トランスインピーダンスゲイン  $R$  を大きく設定することが必要となる。

仮に、従来装置のように、受信光をフォトディテクタ 11 により、光ミキサ 9 を用いることなく直接検波する場合には、フォトディテクタ 11 からの出力信号に関して、変調周波数程度の周波数帯域が要求されるので、トランスインピーダンスゲイン  $R$  を高く設定することができず、雑音電流  $i$  を小さくすることは困難である。

しかし、図 1 のように、光ミキサ 9 を用いて受信光の強度変調成分の周波数をベースバンド周波数にダウンコンバートすることにより、フォトディテクタ 11 の出力信号に関して要求される周波数帯域を、ベースバンド周波数帯に制限することができる。

したがって、フォトディテクタ 11 のトランスインピーダンスゲイン  $R$  (トラ

ンスインピーダンスにおける抵抗値)を高く設定することが可能となり、この結果、受信感度を高くすることができる。

また、図1の構成において、送信信号のキャリア周波数は、あくまでも光信号のキャリア周波数であるので、電磁波ドップラレーダ装置に対するレーザレーダ装置のメリット(たとえば空間分解能が高く局所的な測定が可能であること)を失うことはない。

また、上記説明では、光強度変調器2に入力する変調信号の周波数(変調周波数 $f_m$ )と、光ミキサ9に入力する信号の周波数(変調周波数 $f_m$ )とを同一に設定したが、光強度変調器2に入力する変調周波数と、光ミキサ9に入力する信号周波数との間に若干の差を与えて、ほぼ同一の周波数に設定すると、さらなる効果が生じる。

たとえば、ベースバンド周波数帯の或る周波数 $f_b$ を用いて、光強度変調器2に入力する変調周波数 $f_m$ に対して、光ミキサ9に入力する信号周波数を( $f_m + f_b$ )に設定すると、フォトディテクタ11の出力周波数は $f_{sc} + f_b$ となる。

このように、ドップラ周波数に対して周波数オフセットを付加することにより、 $1/f$ 雑音の影響を回避して、さらに高いS/N比でドップラ周波数を検出することができる。

ここで、光強度変調器2に入力する変調周波数 $f_m$ と、光ミキサ9に入力する信号周波数( $f_m + f_b$ )との間に若干の差(周波数 $f_b$ )を与えるためには、図示されていないが、発振器10の数を2つに増設して、各発振器から光強度変調器2および光ミキサ9に対して、ほぼ同一周波数で且つ若干の差を有する異なる周波数信号を入力すればよい。

また、ここでは、送信光学部4および受信光学部6を個別に設けたが、送信光学部4および受信光学部6を一体構成して送受光学部とし、この送受光学部に光サーキュレータ機能を設ければ、送信ビームL1の送信時における焦点位置と、受信ビームL2の受信時における焦点位置とが自動的に一致するので、システムの構築がさらに容易となる効果がある。

また、図1においては、光送信アンプ3、光受信アンプ7および光フィルタ8

を用いているが、これらの要素を備えていなくても十分な受信感度で計測可能であれば、上記要素を省略することもできる。

ただし、受信光に対する受信感度が不足する場合には、光送信アンプ 3、光受信アンプ 7 および光フィルタ 8 のうちの少なくとも 1 つを設けることにより、受信感度を改善することができる。

#### 産業上の利用の可能性

この発明では、マイクロ波帯の周波数に関するドップラ周波数を検出するものであり、マイクロ波帯の周波数を用いる電磁波レーダに関する全ての方式、たとえばパルス方式や FMCW 方式といった方式に適用することも可能である。

## 請 求 の 範 囲

1. 光源からの光信号を送信ビームとして大気中に送信する光送信部と、  
前記大気中からの受信ビームを受信光として受信する光受信部と、  
少なくとも1つの変調周波数をキャリア周波数とする変調信号を出力する発振器と、  
前記受信光に基づいて前記大気中の性状を検出する信号処理部とを備え、  
前記光送信部は、前記光源からの光信号を前記変調信号により強度変調する光強度変調器を含み、  
前記受信手段は、  
前記受信光の強度変調成分の周波数をベースバンド周波数に変換する光周波数変換手段と、  
前記光周波数変換手段からの出力信号を直接検波して電気信号に変換して前記信号処理部に入力する光検出手段と  
を含むことを特徴とするレーザレーダ装置。
2. 前記光周波数変換手段は、光ミキサにより構成され、  
前記光ミキサは、前記変調信号のキャリア周波数とほぼ等しい変調周波数で、  
前記受信光の強度を変調することを特徴とする請求項1に記載のレーザレーダ装置。
3. 前記光ミキサは、前記変調信号のキャリア周波数とほぼ等しい変調周波数で、  
前記受信光の位相、偏光および振幅のいずれか1つを変調するための変調器を含むことを特徴とする請求項2に記載のレーザレーダ装置。

図 1

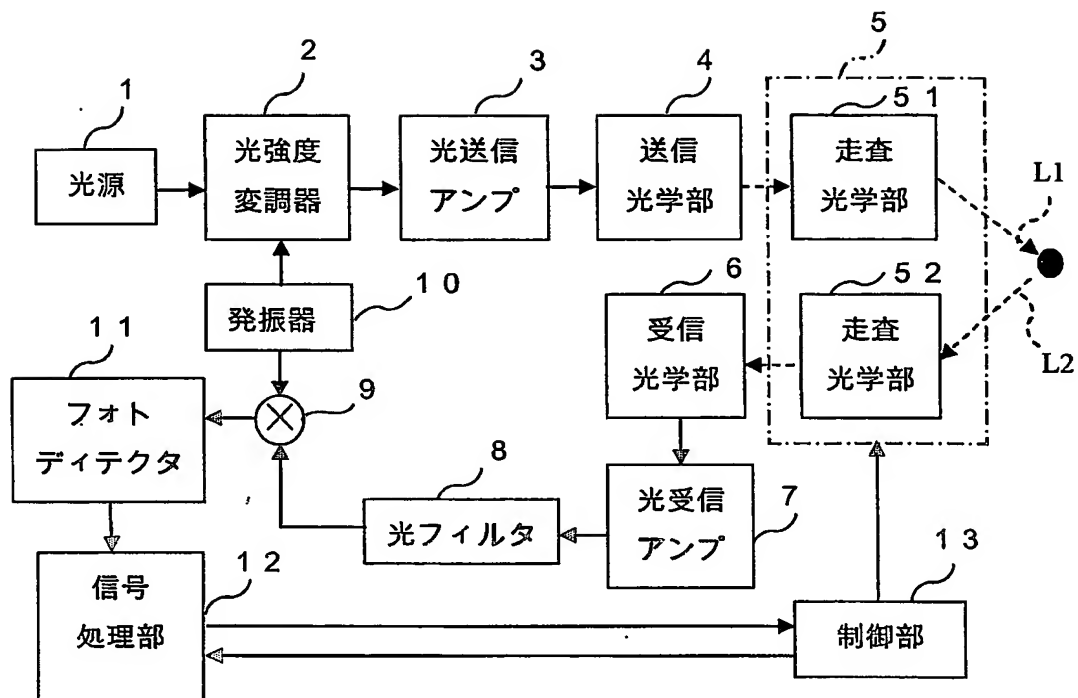


図2

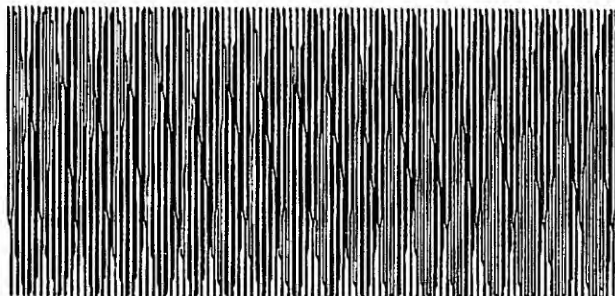
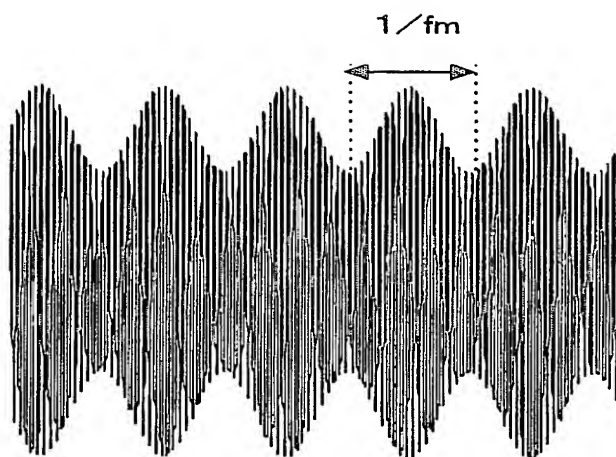


図3





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01802

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G01S17/95, G01W1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01S17/00-17/95, G01W1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 42-8670 B1 (Mitsubishi Electric Corp.), 19 April, 1967 (19.04.67), Full text; all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 2-25786 A (NEC Corp.), 29 January, 1990 (29.01.90), Full text; Fig. 1 (Family: none)	2-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not

considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing

date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is

cited to establish the publication date of another citation or other

special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other

means

"P" document published prior to the international filing date but later

than the priority date claimed

"I"

later document published after the international filing date or

priority date and not in conflict with the application but cited to

understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered novel or cannot be considered to involve an inventive

step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered to involve an inventive step when the document is

combined with one or more other such documents, such

combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 March, 2003 (20.03.03)

Date of mailing of the international search report

08 April, 2003 (08.04.03)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01S17/95, G01W1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01S17/00-17/95, G01W1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) .

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 42-8670 B1 (三菱電機株式会社) 1967.04.19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3
A	J P 2-25786 A (日本電気株式会社) 1990.01.29, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	2-3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.03.03

国際調査報告の発送日

08.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
 有家 秀郎

2S 9402

電話番号 03-3581-1101 内線 3216